

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of:

Shuichi HIRUKAWA et al.

Serial No.: New Application

Filing Date: March 1, 2004

For: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE  
AND OPTICAL DISC UNIT

Examiner: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Not Yet Assigned

**SUBMISSION OF CERTIFIED FOREIGN PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing of Japanese patent application No. 2003-085139, filed March 26, 2003.

The certified priority documents are attached to perfect Applicants' claim for priority.

It is respectfully requested that the receipt of the certified copy attached hereto be acknowledged in this application.

In the event that the transmittal letter is separated from this document and the Patent and Trademark Office determines that an extension and/or other relief is required, applicants petition for any required relief including extensions of time and authorize the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to Deposit Account No. 03-1952 referencing 204552031900.

Dated: March 1, 2004

Respectfully submitted,

By: 

Barry E. Bretschneider  
Registration No. 28,055

Morrison & Foerster LLP  
1650 Tysons Boulevard, Suite 300  
McLean, Virginia 22102  
Telephone: (703) 760-7743  
Facsimile: (703) 760-7777

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月26日  
Date of Application:

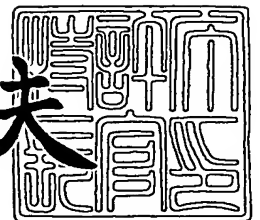
出願番号 特願2003-085139  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-085139]

出願人 シャープ株式会社  
Applicant(s):

2003年12月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3099548



【書類名】 特許願

【整理番号】 184713

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 5/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 蛭川 秀一

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 河西 秀典

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 岸本 克彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100062144

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

    【識別番号】 100086405

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 河宮 治

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100084146

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 山崎 宏

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208766

【プルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置および光ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 n 型の GaAs 基板の上に、n 型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsP からなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p 型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、

発振波長が 760 nm より大きく 800 nm より小さく、上記下ガイド層が InGaP からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の半導体レーザ装置において、上記上ガイド層が AlGaAs からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の半導体レーザ装置において、上記下ガイド層の厚さが 30 Å 以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記下ガイド層は、上記 GaAs 基板に格子整合する組成もしくは上記 GaAs 基板に対して 1 % 以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記上ガイド層の Al 混晶比が 0.2 以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記下ガイド層と上記下クラッド層との間に、AlGaAs からなる光形状安定化下ガイド層が設けられていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の半導体レーザ装置において、上記光形状安定化下ガイド層の Al 混晶比が 0.2 以上であることを特徴とす



る半導体レーザ装置。

【請求項 8】 p 型の GaAs 基板上に、p 型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsP からなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n 型の上クラッド層が少なくとも積層されており、発振波長が 760 nm より大きく 800 nm より小さい半導体レーザ装置において、

上記上ガイド層が InGaP からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の半導体レーザ装置において、  
上記下ガイド層が AlGaAs からなることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 10】 請求項 8 または 9 に記載の半導体レーザ装置において、  
上記上ガイド層の厚さが 30 Å 以上であることを特徴とする半導体レーザ装置

。

【請求項 11】 請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記上ガイド層は、上記 GaAs 基板に格子整合する組成もしくは上記 GaAs 基板に対して 1 % 以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 12】 請求項 8 乃至 11 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記下ガイド層の Al 混晶比が 0.2 以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 13】 請求項 8 乃至 12 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記上ガイド層と上記上クラッド層との間に、AlGaAs からなる光形状安定化上ガイド層が設けられていることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 14】 請求項 13 に記載の半導体レーザ装置において、  
上記光形状安定化上ガイド層の Al 混晶比が 0.2 以上であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 15】 請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装



置において、

上記井戸層が圧縮歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 16】 請求項 15 に記載の半導体レーザ装置において、  
上記圧縮歪の量が 3.5 % 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 17】 請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置において、

上記障壁層が引張歪を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 18】 請求項 17 に記載の半導体レーザ装置において、  
上記引張歪の量が 3.5 % 以内であることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 19】 請求項 1 乃至 18 のいずれか 1 つに記載の半導体レーザ装置を用いていることを特徴とする光ディスク装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は半導体レーザ装置および光ディスク装置に関するものであり、特に高出力・高信頼性を実現できる半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

半導体レーザ装置は光通信装置や光記録装置などに用いられるが、近年、その高速化・大容量化といったニーズが高まってきており、それに応えるために半導体レーザ装置の様々な特性を向上させるための研究開発が進められている。

##### 【0003】

その中で、従来 CD や CD-R/RW といった光ディスク装置に用いられる 780 nm 帯の半導体レーザ装置は、通常 AlGaAs 系の材料により作製されている。CD-R/RW においても高速書き込みに対する要求は益々高まってきているため、これに対応するために半導体レーザ装置の高出力化が要求されている。

##### 【0004】





従来の AlGaAs 系半導体レーザ装置としては、図 10 に示すものがある(例えば、特許文献 1 参照)。この AlGaAs 系半導体レーザ装置の構造を簡単に説明する。図 10 に示すように、n-GaAs 基板 501 上に、n-GaAs バッファ層 502、n-Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 下クラッド層 503、Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As 下ガイド層 504、Al<sub>0.12</sub>Ga<sub>0.88</sub>As 井戸層(層厚 80 Å、2 層)と Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As 障壁層(層厚 50 Å、3 層)を交互に配置してなる多重量子井戸活性層 505、Al<sub>0.35</sub>Ga<sub>0.65</sub>As 上ガイド層 506、p-Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 第 1 上クラッド層 507、p-GaAs エッチストップ層 508 が順次積層されており、さらに上記エッチストップ層 508 上に、メサストライプ状の p-Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>As 第 2 上クラッド層 509、その上部に庇状の p-GaAs キャップ層 510 が形成されている。また、上記第 2 上クラッド層 509 両側には、n-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.3</sub>As 第 1 電流ブロック層 511 および n-GaAs 第 2 電流ブロック層 512 が積層されて、上記メサストライプ以外の領域が電流狭窄部となっている。また、上記第 2 電流ブロック層 513 上に p-GaAs 平坦化層 513 が設けられ、更に全面に p-GaAs コンタクト層 514 が積層されている。

#### 【0005】

この半導体レーザ装置のしきい値電流はおよそ 35 mA であり、COD (光学損傷: Catastrophic Optical Damage) レベルがおよそ 160 mW 程度となっている。

#### 【0006】

##### 【特許文献 1】

特開平 11-274644 号公報(段落 0053、図 1)

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記 AlGaAs 系の材料を用いた半導体レーザ装置では、活性な Al の影響により、高出力駆動時にレーザ光出射端面において COD (光学損傷) による端面破壊が起こりやすく、最高光出力も 160 mW 程度でしかなかった。この COD による端面破壊は、以下のようなメカニズムによって生じてい



ると考えられている。共振器端面においては、Alが容易に酸化されるためにそれにより表面準位が形成される。活性層に注入されたキャリアはこの準位を介して緩和し、そのときに熱を放出するため、局所的に温度が上昇する。この温度上昇によって端面近傍の活性層のバンドギャップが縮小する。その結果、レーザ光の端面近傍における吸収が増大し、表面準位を介して緩和するキャリア数が増大するため更に発熱する。このような正帰還を繰り返すことにより最終的に端面が溶融して発振停止に至るわけである。従来の半導体レーザ装置では、活性領域にAlが含まれているため、上記原理に基づく端面破壊が大きな問題となる。

#### 【0008】

そこで、本発明者は、活性領域にAlを含まない(Alフリー)材料であるInGaAsP系による高出力半導体レーザ装置の研究を進めたところ、250mW近くまでの最高光出力をもつ半導体レーザ装置を実現したものの、十分な信頼性・温度特性は得られなかった。この半導体レーザ装置を調べたところ、活性領域に注入されるキャリアが、高温雰囲気下や高出力駆動時に、従来に比べ活性領域外へ漏れやすくなっている可能性があることがわかった。

#### 【0009】

そこで、この発明の目的は、高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびその半導体レーザ装置を用いた光ディスク装置を提供しようとするものである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、第1の発明に係る半導体レーザ装置は、n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記下ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、GaAs基板上



の高出力半導体レーザ装置(特にCD-R/RW用780nm帯高出力半導体レーザ装置)の高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

#### 【0011】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にAlGaAsを隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア(特に電子)のオーバーフローはAlGaAsのコンダクションバンド(伝導帯)下端のエネルギー準位( $E_c$ )により十分に抑制できるので、信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。また、上記上ガイド層を構成するAlGaAsのAl混晶比が0.2より大きいことから、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0012】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記下ガイド層の厚さが30Å以上であることにより、ホールの漏れをより低減できることで、高出力駆動時に良好な温度特性・信頼性・寿命を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また、上記下ガイド層は、GaAs基板に格子整合する組成もしくはGaAs基板に対して1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることにより、好適に上記と同様の効果が得られる。

#### 【0013】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記下ガイド層と上記下クラッド層との間に、AlGaAsからなる光形状安定化下ガイド層が設けられていることで、より安定した形状の光分布が得られるため、上記と同様の効果が得られる。また、上記光形状安定化下ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることから、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0014】

第2の発明に係る半導体レーザ装置は、p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されており、発振波長が760nmより大きく800

nmより小さい半導体レーザ装置において、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記上ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を得ることができる。

#### 【0015】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記下ガイド層がAlGaAsからなることにより、発光再結合のおこる井戸層にAlGaAsを隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア(特に電子)のオーバーフローはAlGaAsのコンダクションバンド(伝導帯)下端のエネルギー準位( $E_c$ )により十分に抑制できるので、信頼性が高く長寿命な高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

#### 【0016】

また、上記下ガイド層を構成するAlGaAsのAl混晶比が0.2より大きいことから、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0017】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層の厚さが30 Å以上であることにより、ホールの漏れをより低減できることで、高出力駆動時に良好な温度特性・信頼性・寿命を有する半導体レーザ装置を得ることができる。また、上記上ガイド層は、GaAs基板に格子整合する組成もしくはGaAs基板に対して1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であることにより、好適に上記と同様の効果が得られる。

#### 【0018】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記上ガイド層と上記上クラッド層との間に、AlGaAsからなる光形状安定化上ガイド層が設けられていることで、より安定した形状の光分布が得られるため、上記と同様の効果が得られる。また、上記光形状安定化上ガイド層のAl混晶比が0.2以上であることから、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0019】

上記第1, 第2の発明における一実施形態の半導体レーザ装置は、GaAs基

板上の InGaAsP からなる圧縮歪を有する量子井戸活性層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に 780 nm 帯において高い信頼性を有し、長寿命の高出力半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

#### 【0020】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記圧縮歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0021】

一実施形態の半導体レーザ装置は、InGaAsP からなる引張歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているので、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置が実現できる効果がある。

#### 【0022】

一実施形態の半導体レーザ装置は、上記引張歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0023】

第3の発明に係る光ディスク装置は、本発明に記載の半導体レーザ装置を用いており、光ディスク装置に対して、従来よりも高い光出力で動作する半導体レーザ装置であるため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供できる効果がある。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置を図示の実施の形態により詳細に説明する。

#### 【0025】

##### (第1実施形態)

図1は、この発明の第1実施形態の半導体レーザ装置の構造を示したものである。この半導体レーザ装置は、図1に示すように、n-GaAs 基板101上に

、 $n\text{-GaAs}$  バッファ層 102、 $n\text{-Al}_{0.4488}\text{Ga}_{0.5512}\text{As}$  第1下クラッド層 103、 $n\text{-Al}_{0.5471}\text{Ga}_{0.4529}\text{As}$  第2下クラッド層 104、 $\text{Al}_{0.429}\text{Ga}_{0.571}\text{As}$  光形状安定化下ガイド層 105、 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$  下ガイド層 106、多重歪量子井戸活性層 107、 $\text{Al}_{0.429}\text{Ga}_{0.571}\text{As}$  上ガイド層 109、 $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第1上クラッド層 110 および  $p\text{-GaAs}$  エッチングストップ層 111 を順次積層している。このエッチングストップ層 111 上に、メサストライプ形状の  $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第2上クラッド層 112 および  $\text{GaAs}$  キャップ層 113 を設けると共に、上記メサストライプ形状の  $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第2上クラッド層 112 および  $\text{GaAs}$  キャップ層 113 の両側を、 $n\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  第1電流ブロック層 115、 $n\text{-GaAs}$  第2電流ブロック層 116 および  $p\text{-GaAs}$  平坦化層 117 からなる光・電流狭窄領域で埋め込み、さらに、全面に  $p\text{-GaAs}$  キャップ層 119 を設けている。この半導体レーザ装置は、メサストライプ部 121a と、そのメサストライプ部 121a の両側方のメサストライプ部側方部 121b とを有する。

#### 【0026】

次に図2～図4を参照しながら、上記半導体レーザ構造の作製方法を説明する。図2に示すように、(100)面を持つ  $n\text{-GaAs}$  基板 101 上に、 $n\text{-GaAs}$  バッファ層 102 (層厚  $0.5\ \mu\text{m}$ )、 $n\text{-Al}_{0.4488}\text{Ga}_{0.5512}\text{As}$  第1下クラッド層 103 (層厚  $3.0\ \mu\text{m}$ )、 $n\text{-Al}_{0.5471}\text{Ga}_{0.4529}\text{As}$  第2下クラッド層 104 (層厚  $0.3\ \mu\text{m}$ )、 $\text{Al}_{0.429}\text{Ga}_{0.571}\text{As}$  光形状安定化下ガイド層 105 (層厚  $1830\ \text{\AA}$ )、 $\text{In}_{0.49}\text{Ga}_{0.51}\text{P}$  下ガイド層 106 (層厚  $100\ \text{\AA}$ )、 $\text{In}_{0.2655}\text{Ga}_{0.7345}\text{As}_{0.5972}\text{P}_{0.4028}$  圧縮歪量子井戸層 (歪  $0.4865\%$ 、層厚  $50\ \text{\AA}$ 、3層) と  $\text{In}_{0.1109}\text{Ga}_{0.8891}\text{As}_{0.4071}\text{P}_{0.5929}$  障壁層 (歪  $-1.31\%$ 、基板側から層厚  $70\ \text{\AA} \cdot 50\ \text{\AA} \cdot 50\ \text{\AA} \cdot 70\ \text{\AA}$  の4層) を交互に配置してなる多重歪量子井戸活性層 107、 $\text{Al}_{0.429}\text{Ga}_{0.571}\text{As}$  上ガイド層 109 (層厚  $1830\ \text{\AA}$ )、 $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第1上クラッド層 110 (層厚  $0.16\ \mu\text{m}$ )、 $p\text{-GaAs}$  エッチングストップ層 111 (層厚  $30\ \text{\AA}$ )、 $p\text{-Al}_{0.4885}\text{Ga}_{0.5115}\text{As}$  第2上クラッド層 112 (層厚  $1.28\ \mu\text{m}$ )、

GaAs キャップ層 113 (層厚  $0.75\ \mu\text{m}$ ) を順次有機金属化学気相成長法にて結晶成長させる。

#### 【0027】

さらに図2において、メサストライプ部を形成する部分に、レジストマスク 114 (マスク幅  $5.5\ \mu\text{m}$ ) をストライプ方向が(011)方向を持つように写真工程により作製する。

#### 【0028】

次に、図3に示すように、上記レジストマスク 114 (図2に示す)以外の部分をエッチングし、メサストライプ部 121a を形成する。このエッチングは、硫酸と過酸化水素水の混合水溶液およびフッ酸を用いて二段階で行い、エッチングストップ層 111 直上まで行う。GaAs はフッ酸によるエッチングレートが非常に遅いということを利用し、エッチング面の平坦化およびメサストライプの幅制御を可能にしている。また、エッチングの深さは  $1.95\ \mu\text{m}$ 、メサストライプの最下部の幅は約  $2.5\ \mu\text{m}$  である。エッチング後、上記レジストマスク 114 を除去する。

#### 【0029】

続いて、図4に示すように、 $n\text{-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$  第1電流ブロック層 115 (層厚  $1.0\ \mu\text{m}$ )、 $n\text{-GaAs}$  第2電流ブロック層 116 (層厚  $0.3\ \mu\text{m}$ )、 $p\text{-GaAs}$  平坦化層 117 (層厚  $0.65\ \mu\text{m}$ ) を順次有機金属結晶成長させ、光・電流狭窄領域を形成する。

#### 【0030】

その後、図4に示すように、写真工程により、上記メサストライプ部両側 121b 上にのみレジストマスク 118 を形成する。続いて、上記メサストライプ部 121a 上のブロック層をエッチングにより除去する。このエッチングには、アンモニアと過酸化水素水の混合水溶液および硫酸と過酸化水素水の混合水溶液を用いて、二段階でエッチングを行う。

#### 【0031】

その後、上記レジストマスク 118 を除去し、図1に示す  $p\text{-GaAs}$  キャップ層 119 (層厚  $2.0\ \mu\text{m}$ ) を積層する。このようにして、図1に示す構造の半

導体レーザ装置を作製することができる。

#### 【0032】

本第1実施形態において、発振波長は780 nmであり、図6に示すように、70℃、230 mWパルスの信頼性試験において5000時間以上の安定な動作を確認した。これまで本発明者は、GaAs基板上にてInGaAsP系の量子井戸活性層を用いた半導体レーザ装置の研究を進めており、今回、AlGaAs系に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができた。そして更に高出力駆動時の半導体レーザ装置の温度特性を向上すべく、InGaPからなる下ガイド層を設けることで、特性温度 $T_0$ が210 Kに向上した。詳しくは、本第1実施形態のように、層厚100 Åの下ガイド層106を設けることで、活性領域からキャリア(特にホール)の漏れを低減することにより、特性の向上につながったと考えられる。

#### 【0033】

図5に本第1実施形態の半導体レーザ装置のエネルギーバンドプロファイルを模式的に示す。GaAs基板上のInGaAsP系の780 nm帯量子井戸活性層では、障壁層のバレンスバンド(価電子帯)上端のエネルギー準位( $E_v$ )がAlGaAsからなるガイド層の $E_v$ よりも低い位置にある。すなわち、下ガイド層がAlGaAsからなるとすると、下ガイド層ー障壁層の界面ではホールにとってトンネルにより活性領域から漏れやすい構造であり、これが特性の更なる向上に対して悪影響を与えていると考えられる。そのため、ホールの漏れを低減するために、下ガイド層をInGaPとして $E_v$ を障壁層よりも下げてホールがトンネルしにくくすることで、上記効果が得られる。この厚さは30 Åより薄いとキャリアがトンネルして漏れ出てしまいやすくなる可能性があるため、30 Å以上であればより好適に上記効果が得られる。なお、図6において $I_{op}$ とは、70℃における半導体レーザ装置の出力が230 mWのときの電流値である。

#### 【0034】

また、本第1実施形態において、下ガイド層のInGaPの組成が、GaAs基板に格子整合する組成もしくは1%以内の圧縮歪または引張歪を有する組成であれば、好適に上記効果が得られる。また、上記下ガイド層が引張歪を有してい



れば、より  $E_v$  は低くなりホールの漏れを低減する効果があり、また下ガイド層が圧縮歪を有していれば、量子井戸活性層が全体として引張歪を有していることから歪補償効果があるが、1%を越える歪量とすると、量子井戸活性層を含む臨界膜厚を越えて結晶性が悪化し特性が悪くなるため、InGaP のもつ歪量としては1%以内の圧縮歪または引張歪であることが望ましい。ここでいう歪量とは、GaAs 基板の格子定数を  $a_{\text{GaAs}}$ 、井戸層の格子定数を  $a_1$  とすると、

$$(a_1 - a_{\text{GaAs}}) / a_{\text{GaAs}}$$

で表される。この値が正であれば圧縮歪、負であれば引っ張り歪と呼ばれる。

#### 【0035】

また、本第1実施形態において、上記上ガイド層がAlGaAs からなることにより、発光再結合のおこる井戸層にはAlGaAs は隣接させないことで信頼性を確保しながら、キャリア(特に電子)のオーバーフローはAlGaAs のコンダクションバンド(伝導帯)下端のエネルギー準位  $E_c$  により十分に抑制する効果を得ることができる。通常高信頼性を得るためにAlフリーの半導体レーザ装置を作る場合、ガイド層、クラッド層までInGaP などで全てAlフリーとする。しかし、本第1実施形態では、発振波長780nm 帯のInGaAsP からなる井戸層に対するコンダクションバンドのエネルギー差( $\Delta E_c$ )がバランスよく得られるAl混晶比が0.2より大きいAlGaAs を、上ガイド層として設けている。

#### 【0036】

図8にガイド層のAl混晶比に対する特性温度( $T_o$ )の関係を示すグラフを示す。図8に示すように、ガイド層のAl混晶比が0.2よりも大きいAlGaAs の場合に温度特性が向上していることが確認されており、十分高い信頼性を得ることができた。

#### 【0037】

また、本第1実施形態において、上記下ガイド層と上記下クラッド層との間に、AlGaAs からなる光形状安定化下ガイド層が設けられていることで、高出力駆動時に良好な信頼性を有する半導体レーザ装置を作製することができる。これは、下ガイド層部分にInGaP だけでなく、上ガイド層と同じAlGaAs

を用いていることで、材料系の違いによる屈折率の違いから光分布が乱れることを防ぎ、安定した形状の光分布が得られたことに起因していると考えられる。また、上記光形状安定化下ガイド層の Al 混晶比が 0.2 以上であることで、より好適に上記と同様の効果が得られる。

#### 【0038】

また、本第 1 実施形態において、上述の通り GaAs 基板上の InGaAsP からなる圧縮歪井戸層が用いられているために発振しきい値電流が低減され、これにより特に 780 nm 帯において、高出力駆動時に高い信頼性を有する、寿命の長い半導体レーザ装置を実現できる。また、上記圧縮歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0039】

図 7 に井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性 (70℃、230 mW) を示すグラフを示しており、圧縮歪量が 3.5 % を越えると、信頼性が悪化しているのが分かる。これは、圧縮歪量が大き過ぎて結晶性が悪くなっているためと考えられる。

#### 【0040】

また、本第 1 実施形態において、InGaAsP からなる引張歪を有する障壁層が用いられており、圧縮歪を有する井戸層に対してその歪量を補償しているので、より安定した結晶をもつ歪量子井戸活性層を作製することができ、高信頼性の半導体レーザ装置を実現できる。また、上記引張歪量が 3.5 % 以内であることにより、より好適に上記効果が得られる。

#### 【0041】

上記第 1 実施形態では、AlGaAs からなる光形状安定化下ガイド層と InGaP からなる第 2 下ガイド層という構造としたが、InGaP からなる下ガイド層のみ、としても同様の効果が得られる。

#### 【0042】

また、上記第 1 実施形態では、埋込リッジ構造としたが、これに限るものではない。リッジ構造、内部ストライプ構造、埋込ヘテロ構造など、あらゆる構造に対して同様の効果が得られる。

## 【0043】

また、本第1実施形態では、n型基板を用いたが、p型基板を用い、上記第1実施形態のn型、p型を入れ替えても、同様の効果は得られる。

## 【0044】

また、波長は780nmとしたが、これに限るものではない。760nmより大きく800nmより小さいいわゆる780nm帯であれば同様の効果が得られる。また、p-GaAsキャップ層119はおよそ2.0 $\mu$ mとしているが、およそ50 $\mu$ mと厚く積層してもよい。

## 【0045】

(第2実施形態)

図9は、本発明に係る光ディスク装置の構造の一例を示したものである。これは光ディスク401にデータを書き込んだり、書き込まれたデータを再生するためのものであり、そのときに用いられる発光素子として、先に説明した本発明第1実施形態の半導体レーザ装置402を備えている。

## 【0046】

この光ディスク装置についてさらに詳しく説明する。書き込みのときは、半導体レーザ装置402から出射された信号光がコリメートレンズ403により平行光とされ、ビームスプリッタ404を透過して $\lambda/4$ 偏光板405で偏光状態が調節された後、対物レンズ406で集光され光ディスク401に照射される。読み出し時には、データ信号がのっていないレーザ光が書き込み時と同じ経路をたどって光ディスク401に照射される。このレーザ光がデータの記録された光ディスク401の表面で反射され、レーザ光照射用対物レンズ406、 $\lambda/4$ 偏光板405を経た後、ビームスプリッタ404で反射されて90°角度を変えた後、再生光用対物レンズ407で集光され、信号検出用受光素子408に入射する。信号検出用受光素子408内で入射したレーザ光の強弱によって記録されたデータ信号が電気信号に変換され、信号光再生回路409において元の信号に再生される。

## 【0047】

本第2実施形態の光ディスク装置は、従来よりも高い光出力で動作する半導体

レーザ装置を用いているため、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

#### 【0048】

なお、ここでは本発明の半導体レーザ装置を記録再生型の光ディスク装置に適用した例について説明したが、同じ波長780nm帯を用いる光ディスク記録装置、光ディスク再生装置にも適用可能であることはいうまでもない。

#### 【0049】

なお、本発明の半導体レーザ装置および光ディスク装置は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、たとえば井戸層・障壁層の層厚や層数など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

#### 【0050】

##### 【発明の効果】

以上より明らかなように、第1の発明の半導体レーザ装置によれば、n型のGaAs基板上に、n型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、p型の上クラッド層が少なくとも積層されている半導体レーザ装置において、発振波長が760nmより大きく800nmより小さく、AlGaAs系の半導体レーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記下ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

#### 【0051】

また、第2の発明の半導体レーザ装置によれば、p型のGaAs基板上に、p型の下クラッド層、下ガイド層、InGaAsPからなる一層または複数層の井戸層および複数層の障壁層が交互に配置された量子井戸活性層、上ガイド層、n型の上クラッド層が少なくとも積層されており、発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置において、AlGaAs系の半導体レ

ーザ装置に比べCODレベルの高い半導体レーザ装置を作製することができ、更に、上記上ガイド層がInGaPからなることにより、AlGaAs系と比べ活性領域からキャリアの漏れを低減できるので、高出力駆動時において、良好な温度特性を有する半導体レーザ装置を実現することができる。

#### 【0052】

また、第3の発明の光ディスク装置によれば、従来よりも高い光出力で動作する第1、第2の発明の半導体レーザ装置を光ディスク装置に用いることにより、ディスクの回転数を従来より高速化してもデータの読み書きが可能である。従って、特に書き込み時に問題となっていたディスクへのアクセス時間が従来の半導体レーザ装置を用いた装置よりも格段に短くなり、より快適に操作できる光ディスク装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図2】 上記半導体レーザ装置の第一回結晶成長マスクプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図3】 上記半導体レーザ装置のメサストライプ形成エッチングプロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図4】 上記半導体レーザ装置の電流ブロック層埋め込み結晶成長プロセス終了後のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

【図5】 上記半導体レーザ装置のエネルギーバンドプロファイルの簡易図である。

【図6】 上記半導体レーザ装置の下ガイド層の構造の違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

【図7】 上記半導体レーザ装置の井戸層の圧縮歪量の違いによる半導体レーザ装置の信頼性を示すグラフである。

【図8】 上記半導体レーザ装置のガイド層のAl混晶比に対する温度特性( $T_0$ )の関係を示すグラフである。

【図9】 本発明の第2実施形態の光ディスク装置の概略図である。

【図 1 0】 従来の半導体レーザ装置のストライプ方向に対して垂直な面の断面図である。

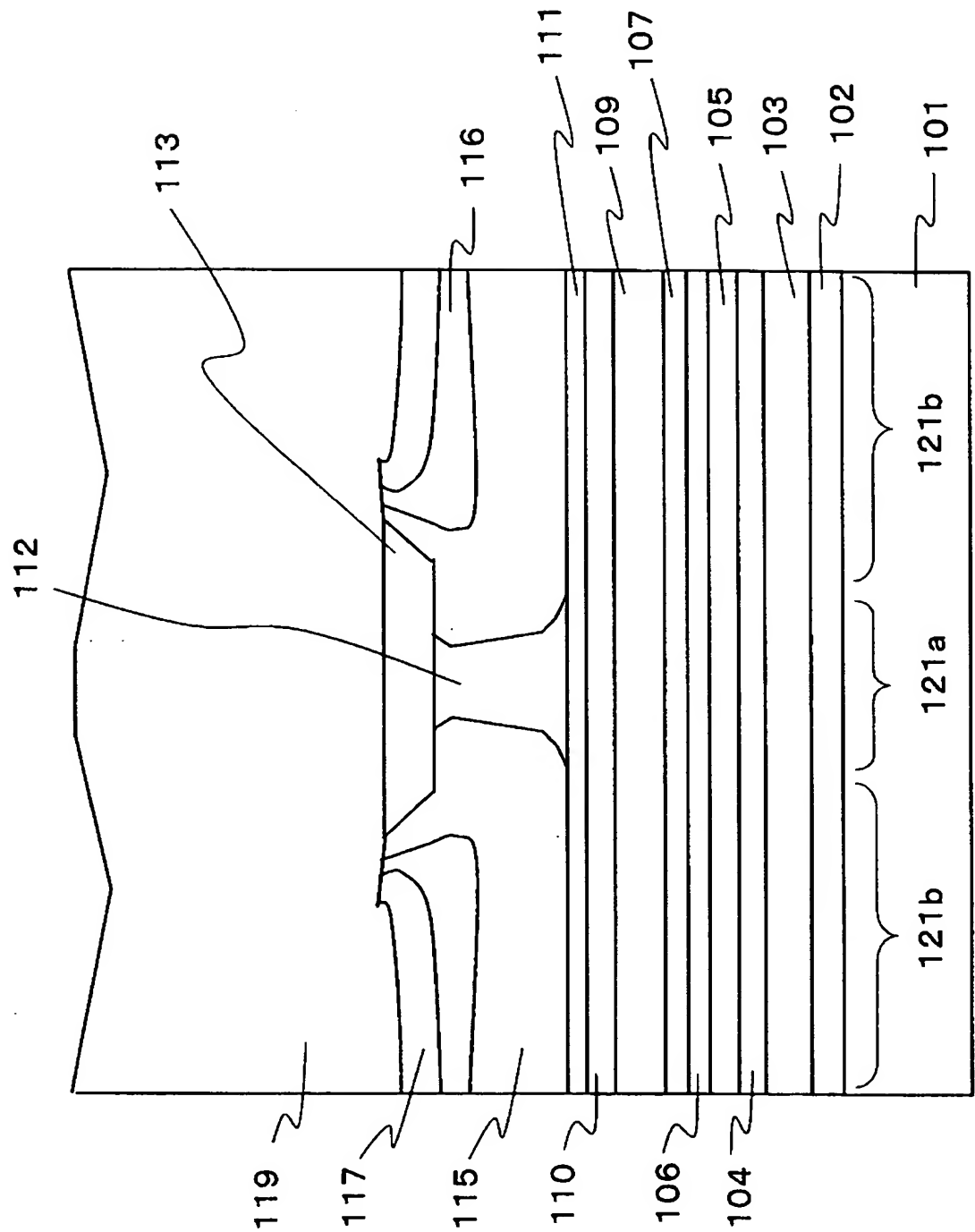
【符号の説明】

- 1 0 1 基板
- 1 0 2 バッファ層
- 1 0 3 第 1 下クラッド層
- 1 0 4 第 2 下クラッド層
- 1 0 5 光形状安定化下ガイド層
- 1 0 6 下ガイド層
- 1 0 7 多重歪量子井戸活性層
- 1 0 9 上ガイド層
- 1 1 0 第 1 上クラッド層
- 1 1 1 エッチングストップ層
- 1 1 2 第 2 上クラッド層
- 1 1 3 キャップ層
- 1 1 4 レジストマスク
- 1 1 5 第 1 電流ブロック層
- 1 1 6 第 2 電流ブロック層
- 1 1 7 平坦化層
- 1 1 8 レジストマスク
- 1 1 9 キャップ層
- 1 2 1 a メサストライプ部
- 1 2 1 b メサストライプ部側方部
- 4 0 1 光ディスク
- 4 0 2 半導体レーザ装置
- 4 0 3 コリメートレンズ
- 4 0 4 ビームスプリッタ
- 4 0 5 偏光板
- 4 0 6 レーザ光照射用対物レンズ

- 4 0 7 再生光用対物レンズ
- 4 0 8 信号検出用受光素子
- 4 0 9 信号光再生回路
- 5 0 1 基板
- 5 0 2 バッファ層
- 5 0 3 下クラッド層
- 5 0 4 下ガイド層
- 5 0 5 多重量子井戸活性層
- 5 0 6 上ガイド層
- 5 0 7 第 1 上クラッド層
- 5 0 8 エッチストップ層
- 5 0 9 第 2 上クラッド層
- 5 1 0 キャップ層
- 5 1 1 電流ブロック層
- 5 1 2 電流ブロック層
- 5 1 3 平坦化層
- 5 1 4 コンタクト層

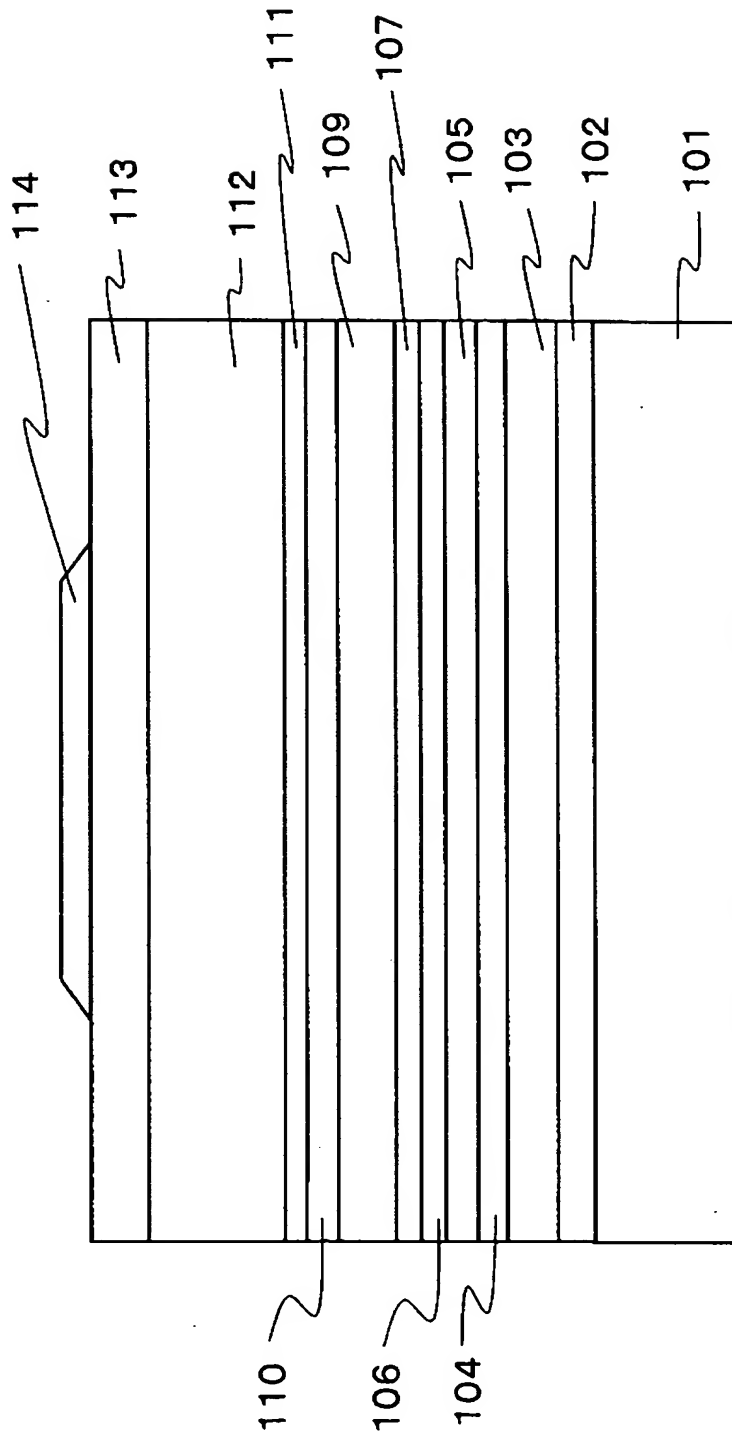
【書類名】 図面

【図 1】

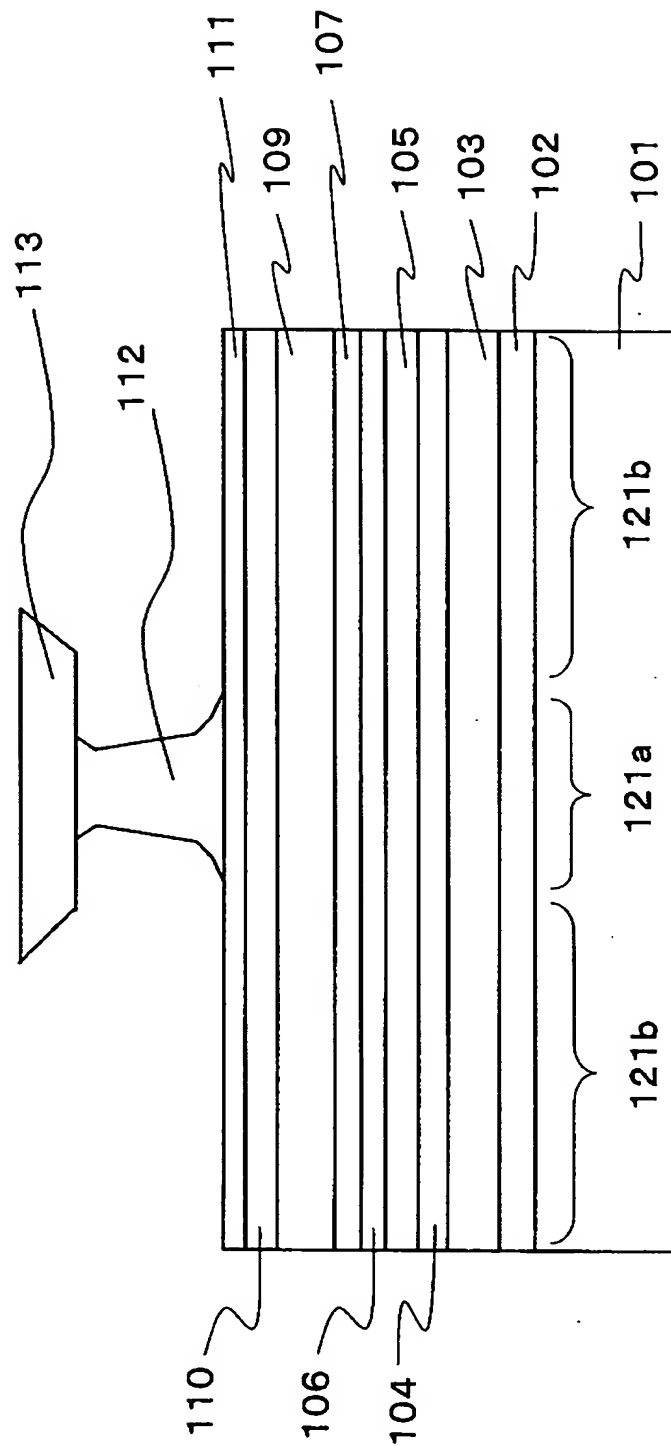




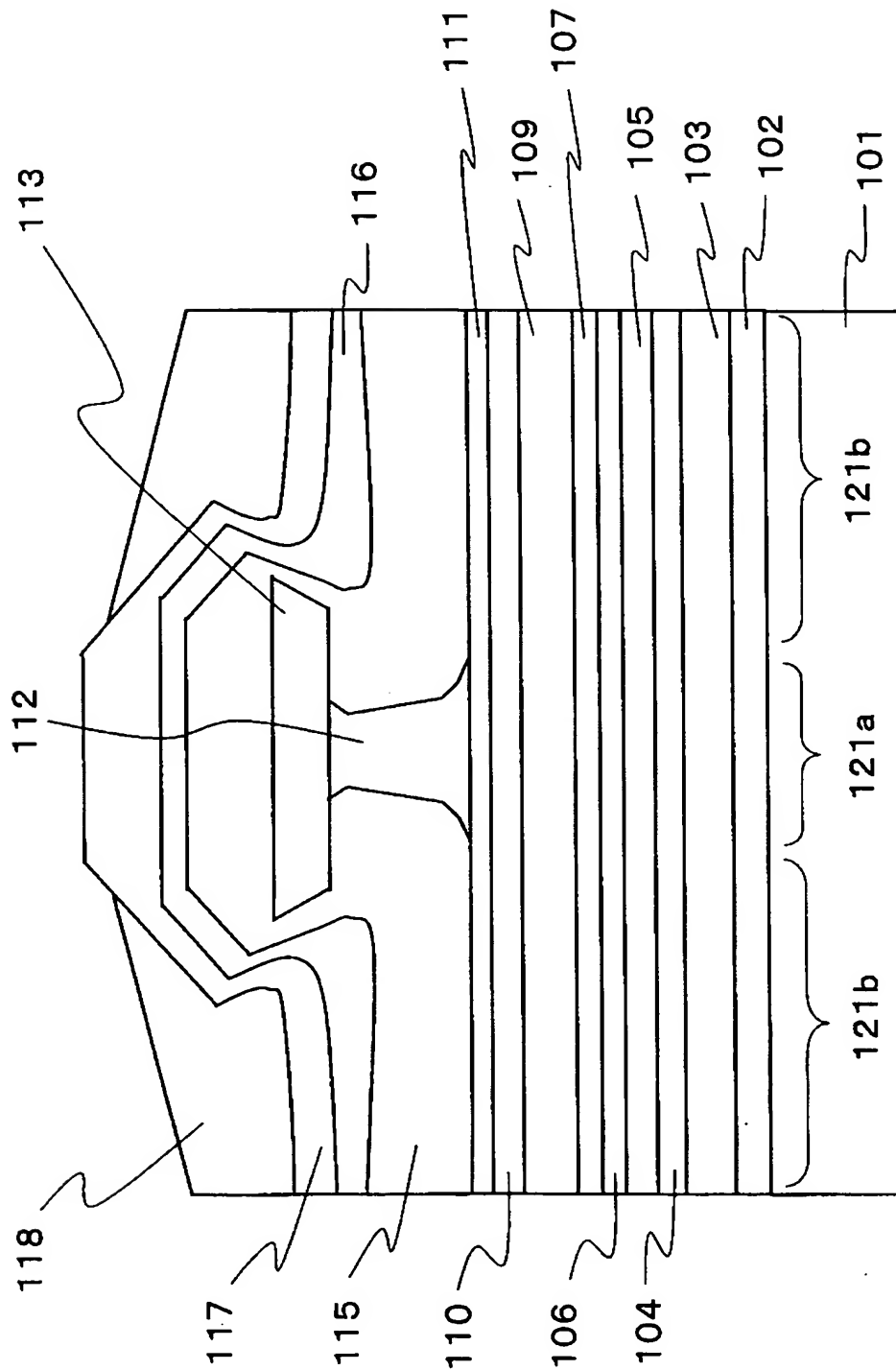
【図 2】



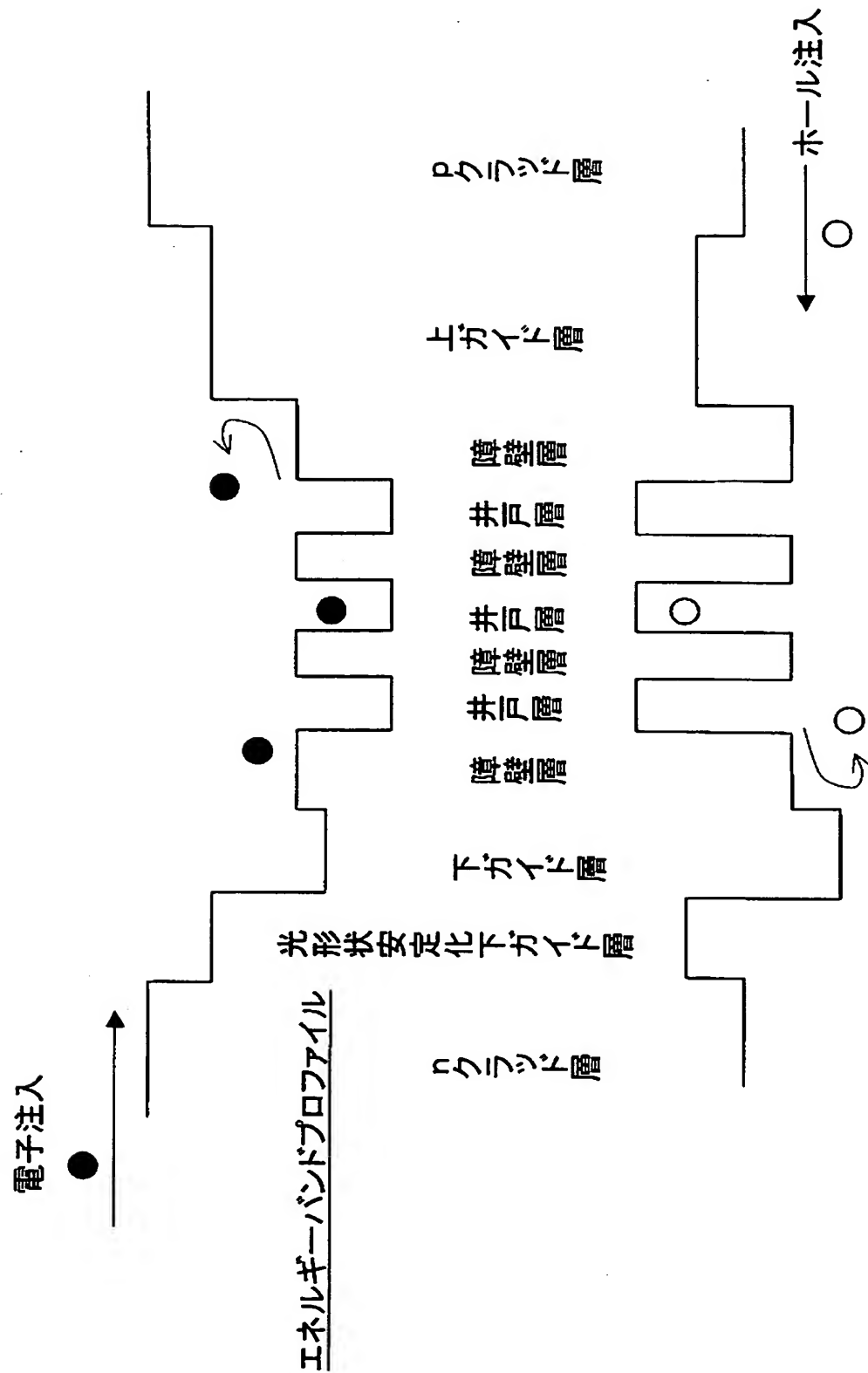
【図 3】



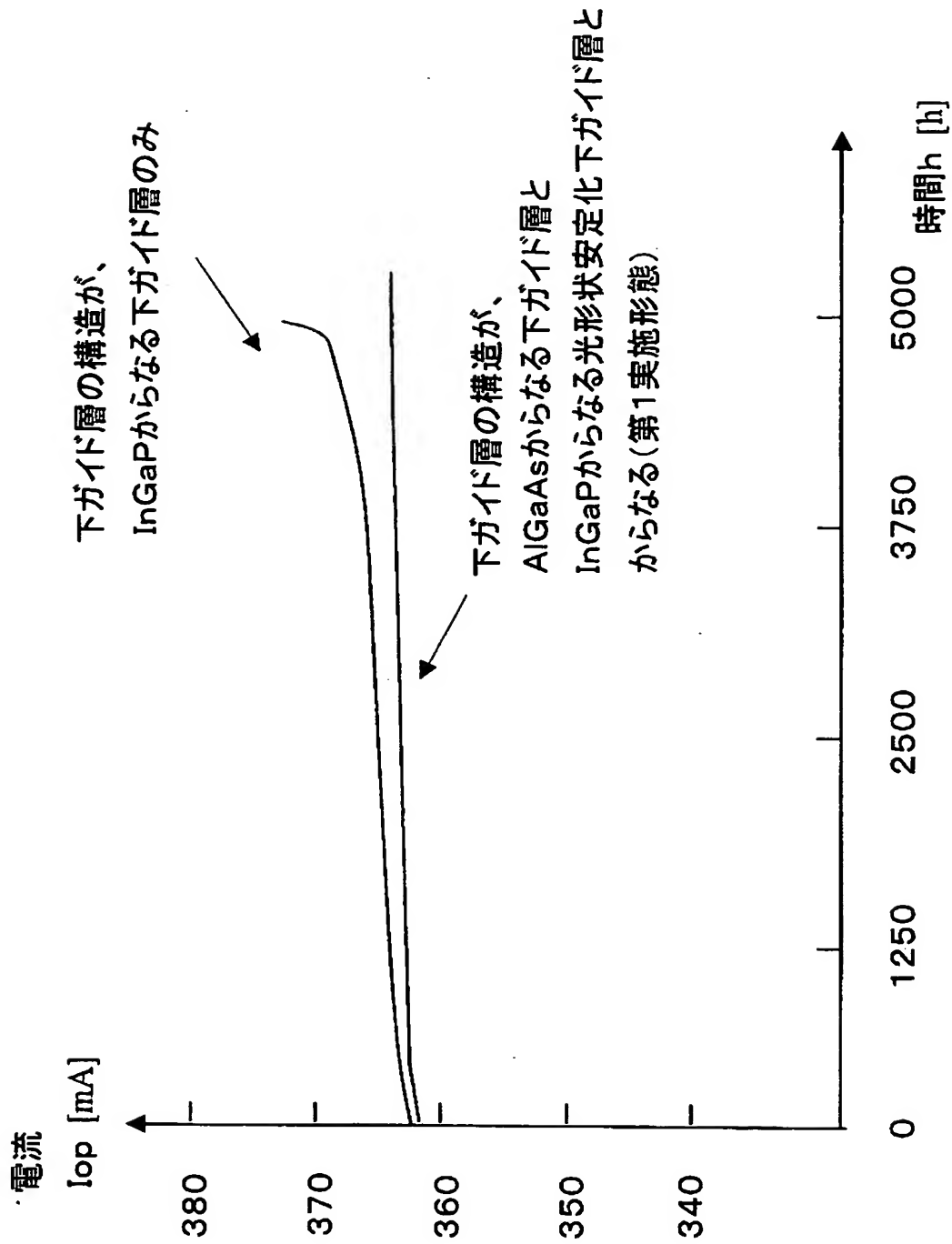
【図 4】



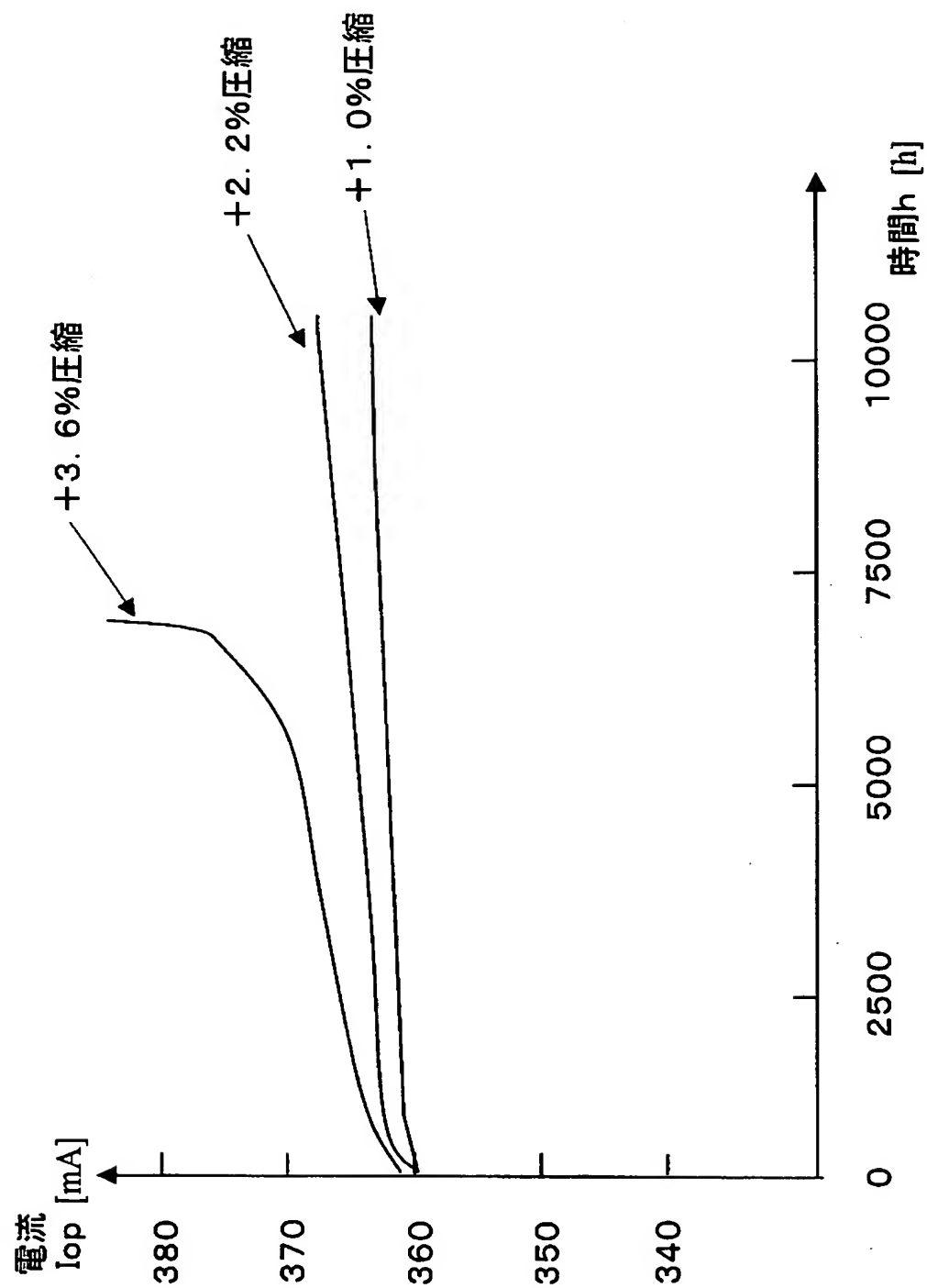
【図 5】



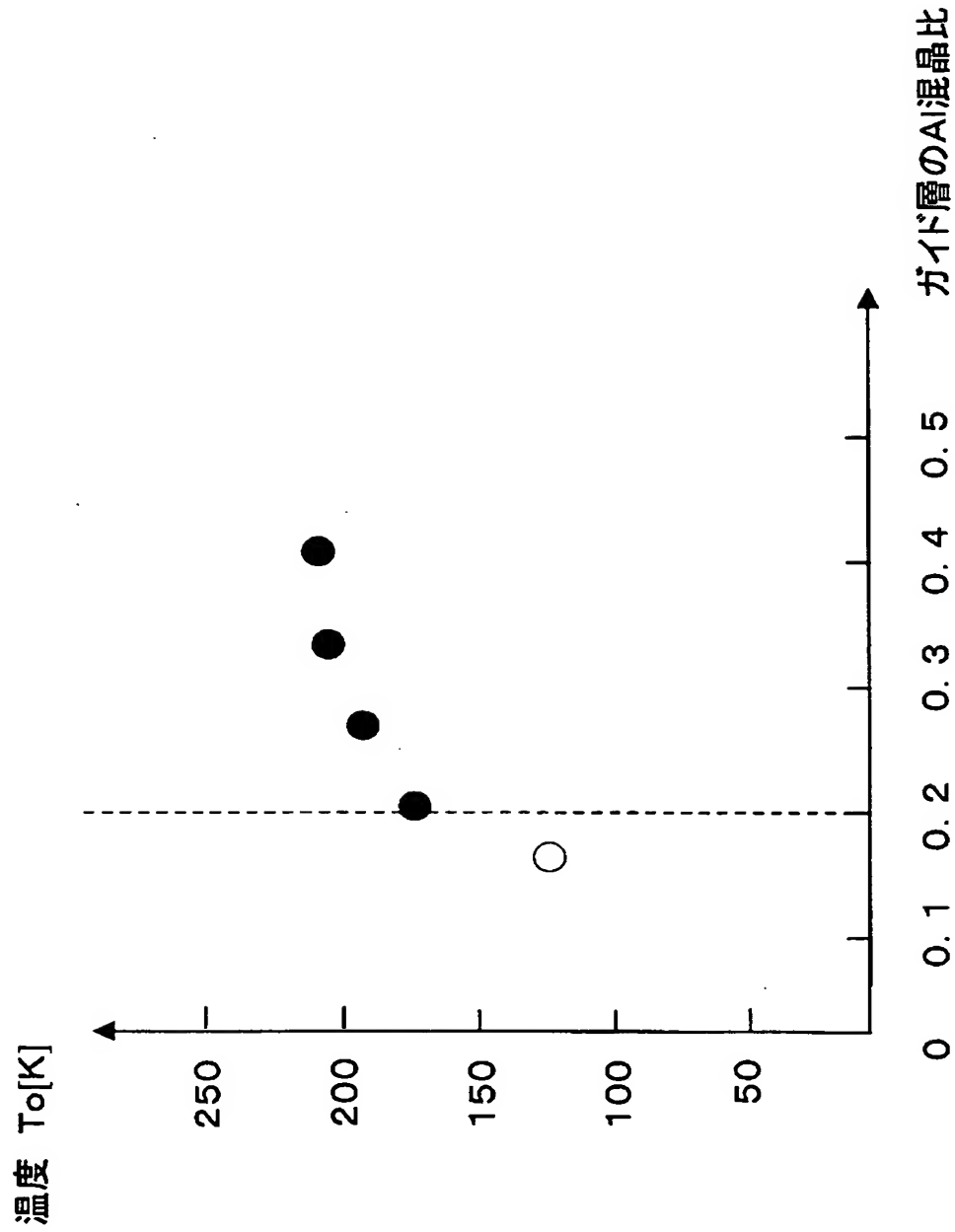
【図 6】



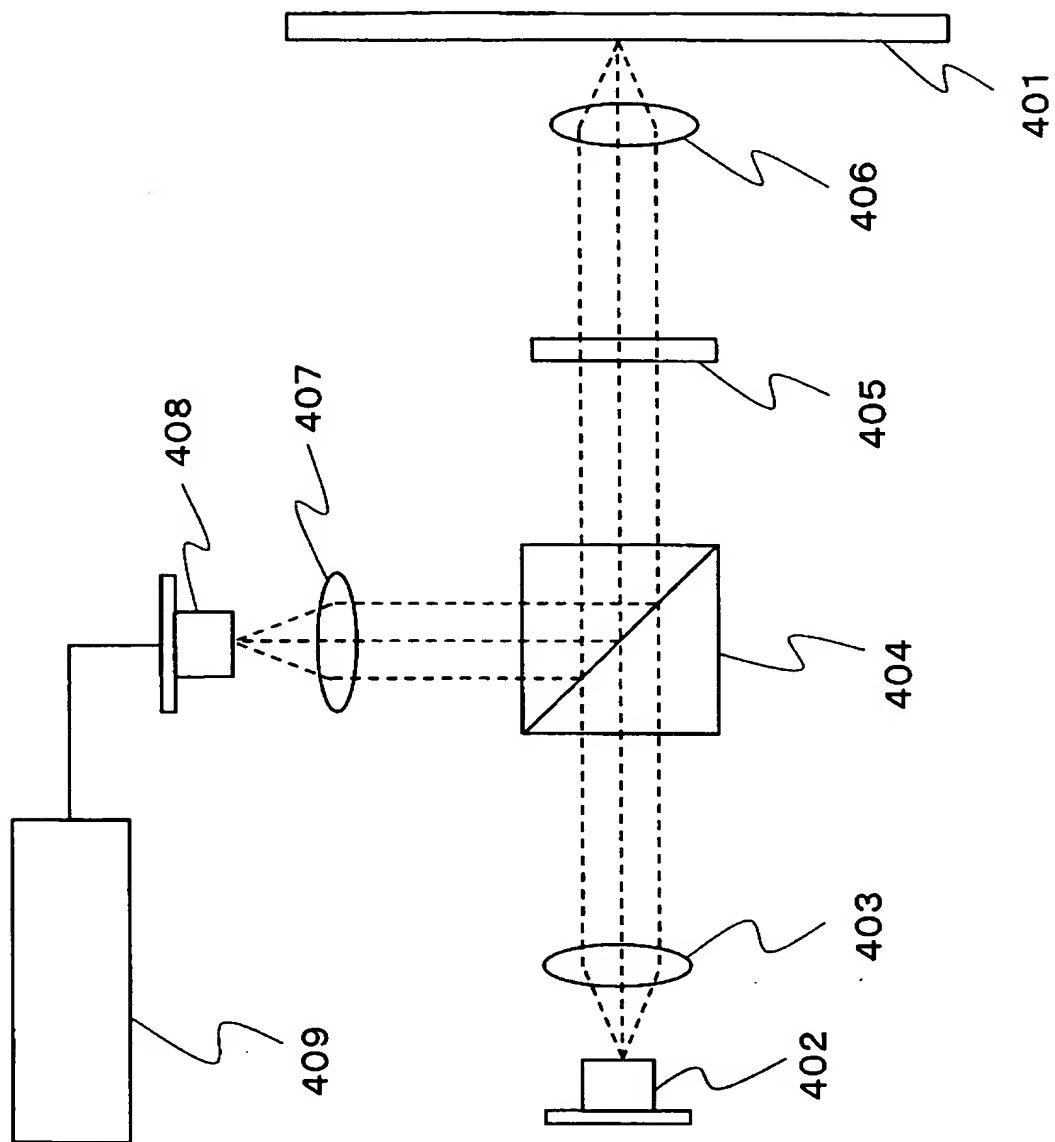
【図 7】



【図 8】

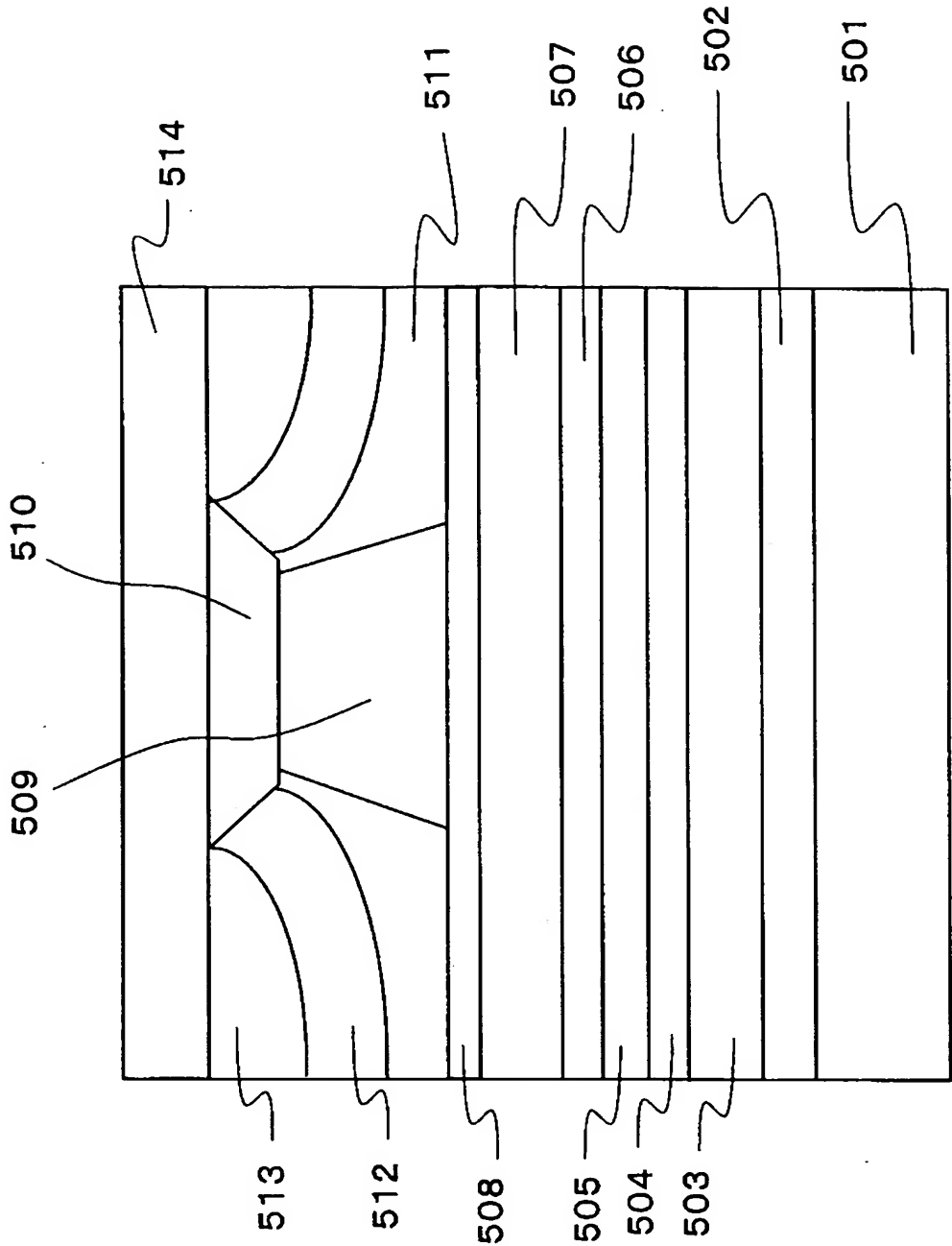


【図 9】





【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高出力駆動状態において信頼性が高く長寿命な半導体レーザ装置およびそれを用いた光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 発振波長が760nmより大きく800nmより小さい半導体レーザ装置であって、n型のGaAs基板101上に、n型の第1,第2下クラッド層103,104、下ガイド層105、InGaAsP多重歪量子井戸活性層107、上ガイド層109、p型の上クラッド層110を順次積層する。下ガイド層105がInGaPからなることにより、活性領域からのキャリアの漏れを低減すると共に、上ガイド層109がAlGaAsからなることにより、キャリア(特に電子)のオーバーフローを抑制する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 8 5 1 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日  
新規登録

住 所  
氏 名

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号  
シャープ株式会社